

Energy store for automobile with hybrid drive uses flow energy of combustion engine exhaust gases for driving rotary flywheel mass acting as rotor of electrical machine

Patent Number: DE19917276
Publication date: 2000-10-26
Inventor(s): LAUER JENS (DE); HOFMANN WILFRIED (DE)
Applicant(s): LAUER JENS (DE); HOFMANN WILFRIED (DE)
Requested Patent: ☐ DE19917276
Application Number: DE19991017276 19990416
Priority Number(s): DE19991017276 19990416
IPC Classification: B60K6/04
EC Classification: B60K6/06
Equivalents:

Abstract

The energy store uses a flywheel mass (5) which is rotated by the flow energy of the exhaust gases from an automobile combustion engine (1), for temporary energy storage by its rotation, the flywheel mass acting as the rotor of an electrical machine used as a generator for providing electrical energy fed to electrical loads (8,9) or an electrical energy store (12) via power electronic modules (7). The stored electrical energy can be fed back to the electrical machine for use as an electric drive motor.

Data supplied from the esp@cenet database - l2



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 17 276 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
B 60 K 6/04

②1 Aktenzeichen: 199 17 276.5
②2 Anmeldetag: 16. 4. 1999
④3 Offenlegungstag: 26. 10. 2000

DE 199 17 276 A 1

⑦1 Anmelder:

Hofmann, Wilfried, 01109 Dresden, DE; Lauer, Jens,
09126 Chemnitz, DE

⑦2 Erfinder:

gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verkoppelter Energiespeicher, vorzugsweise zur Anwendung in Fahrzeugen

⑤7 Beschrieben wird ein verkoppelter Energiespeicher, vorzugsweise zur Anwendung in Fahrzeugen, dessen Hauptziel die Nutzung der im Abgas von Verbrennungsmotoren enthaltenen Energie, und dessen temporäre Zwischenspeicherung in einem Schwungmassenspeicher, dessen Schwungmasse integraler Bestandteil einer Elektromaschine ist, darstellt.

Durch den Einsatz einer Elektromaschine als Schwungmassenspeicher und ihre Verkopplung im Gesamtsystem eines elektrischen Hybridfahrzeugs wird eine bessere Nutzung der im Kraftstoff enthaltenen Energie möglich, da mechanische Verluste minimiert werden.

DE 199 17 276 A 1

Verbrennungskraftmaschinen besitzen, bedingt durch ihre Wirkprinzipien, nur relativ geringe prozentuale Wirkungsgrade. Der Großteil der Energie, die durch den Verbrennungsprozeß freigesetzt wird, entweicht als Abwärme an die Atmosphäre. Im Zuge immer höherer Anforderungen an die Energieeffizienz von Kraftfahrzeugen und den Umweltschutz wird die Aufmerksamkeit zunehmend auf hybride Lösungen gelenkt. Von diesen verspricht man sich in naher Zukunft, neben weiteren alternativen Antriebskonzepten, einen hohen Anteil am Aufkommen produzierter Fahrzeuge und den Vorteil der teilweisen Übernahmefähigkeit bewährter und ausgereifter Motorentchnik. Hybridfahrzeuge besitzen getrennte Aggregate zur Bereitstellung von Energie (z. B. Verbrennungsmotor, Brennstoffzelle), zur Wandlung von Energieformen (z. B. Elektromotor) und zur Speicherung von Energie (Batterien, Superkondensatoren, Tanks für kompressible Medien oder Schwungmassenspeicher).

Die Technik der Verbrennungsmotoren hat sich in den letzten Jahren dahingehend weiterentwickelt, daß wieder häufiger mittels der Energie der Abgase aufgeladene Motoren zum Einsatz kommen. Dies hat zur Folge, daß gemäß

$$P_e = i \cdot n \cdot w_e \cdot V_h, \quad (1)$$

dabei bedeuten:

$i \rightarrow$ Motorfaktor (4-Takt: $i = 0,5$; 2-Takt: $i = 1,0$)

$n \rightarrow$ Drehzahl

$V_h \rightarrow$ Drehzahl

$w_e \rightarrow$ spezifische Arbeit

durch eine Steigerung der Dichte der Frischluft, die dem Motor zugeführt wird, die spezifische Arbeit im Motor erhöht werden kann.

Das führt dazu, Motoren mit gleicher Leistung wie im aufgeladenen Zustand nun kleiner bauen zu können, was durch die geringeren zu beschleunigenden und abzubremenden Massen im Fahrbetrieb wiederum zu einer Kraftstoff einsparung führt. Die Nutzung der im Abgas enthaltenen Energie kann jedoch durch solche Aggregate, meist Abgasturbolader, nicht vollständig erfolgen. Laut [1] reicht im üblichen Motorfahrzyklus bei sehr kleiner Teillast die im Abgasstrom enthaltene Energie oft nicht aus, die Motorfrischluft genügend zu verdichten. Andererseits steht bei Vollast so viel Energie zu Verfügung, daß diese nicht mehr sinnvoll weiterverwendet werden kann und meist über eine "Wastgate" genannte Einrichtung an die Atmosphäre abgelassen werden muß.

Verbrennungsmotoren, insbesondere Ottomotoren, haben ihren verbrauchsoptimalen Betriebspunkt im Bereich hoher Leistungsabgabe, also im ungedrosselten Betrieb. In diesem Punkt fällt auch besonders viel Energie im Abgasstrom an, die hier nicht mehr genutzt werden kann. Im Fall des Einsatzes von Abgasturboladern wird ein Teil der Abgasenergie nutzbar, bei reinen Saugmotoren geht diese Energie verloren.

Die Verwendung der im Abgas enthaltenen Energie kann nach [1] durch mechanische Wandlung selbiger in einer Nutzturbine und Aufschaltung auf die Abtriebswelle des Verbrennungsmotors erfolgen. Dabei kann die Nutzturbine im Verbundbetrieb mit einer Ladturbine betrieben werden oder auch allein.

Die Anordnung der Nutzturbine im Verbund bezeichnet man als "Turbocompound". Bekannt sind die mechanische Nutzung der Energie durch Aufschaltung auf die Motorabtriebswelle und die Nutzung der Energie durch Wandlung in elektrische Energie in einer Nutzturbine ohne Verbundbetrieb [2].

Ebenfalls bekannt ist [3], daß die mechanische Energie von Wärmekraftmaschinen direkt in Schwungmassenspeichern zwischengespeichert werden kann und zur Abdeckung von Energiebedarfsspitzen mit Energie aus einem periodischem Betrieb eines Verbrennungsmotors herangezogen werden kann.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Verkopplung der Energieströme in einem System, insbesondere beim Hybridfahrzeug, zu erreichen, das mittels einer Leistungsverzweigung die Energie des Abgasstromes je nach Bedarf und Angebot sowohl der Verdichterstufe des Turboladers, als auch einer energiespeichernden Schwungmasse zugeführt werden kann.

Die erfindungsgemäße Lösung wird dadurch erreicht, indem die Schwungmasse als integraler Bestandteil einer Elektromaschine (Läufer) in die Lage versetzt wird, die ihr innewohnende Energie in Elektroenergie, schaltbar je nach Bedarf, zu wandeln und abzugeben. Die Elektromaschine kann dabei als Generator und Motor arbeiten.

Da in Fahrzeugen bei Nutzung und Wandlung der dem Fahrzeug eigenen Bewegungsenergie, Bremsung durch Rückspeisung, ein Überangebot an Energie auftreten kann, ist die vorliegende Erfindung in der Lage, dieses Überangebot temporär zwischenspeichern. Dies geschieht durch Nutzung der Elektromaschine als Elektromotor, der die Rotormasse beschleunigt und somit die mechanische Energie der Schwungmasse erhöht.

Damit eine Überhöhung der Drehzahl der Schwungmasse über die Drehzahl des Abtriebsstranges der Nutzturbine erfolgen kann, ist eine Kupplung (Freilauf, Magnetkupplung, o. ä.) dahingehend vorgesehen, um ein automatisches oder gesteuertes Zuschalten nach Bedarf zu ermöglichen.

Die bedarfsgerechte Zu- und Abschaltung des Schwungmassenspeichers und seine elektrische Kopplung ans Gesamtsystem führt zu einer Senkung der Schleppverluste und zu einer Verbesserung des Wirkungsgrades des Gesamtsystems im Vergleich zu mechanisch angekoppelten Schwungmassenspeichern entsprechend dem Stand der Technik.

Eine mögliche Ausführungsform der Erfindung wird anhand folgender Figur beschrieben:

Die energiereichen Abgase einer Verbrennungskraftmaschine (1) werden einer Anordnung aus Turbine mit verkoppeltem Verdichter (4) und verkoppelter Schwungmasse (5) zugeführt. Der Verdichter liefert an den Einlaßtrakt der Verbrennungskraftmaschine (3) so viel komprimierte Luft, welche evtl. zusätzlich mittels eines Ladeluftkühlers gekühlt wird, wie im jeweiligen Betriebszustand des Verbrennungsmotors benötigt wird. Zusätzliche Energie der Turbinenabtriebswelle, die nicht mehr zum Verdichten der Ladeluft benötigt wird, wird über die Schaltkupplung (14) an die Schwungmasse (5) weitergeleitet und dort temporär als mechanische Energie gespeichert. Diese gespeicherte Energie kann, je nach Bedarf im Gesamtsystem, durch die Steuerungselektronik (10) kontrolliert, von der Elektromaschine (5), in deren Läufer die mechanische Energie gespeichert ist, in elektrische Energie gewandelt, von den Leistungselektronischen Modulen (7) aufbereitet und über den Leistungsübertragungspfad (6) den Verbrauchern (8, 9) oder Zwischenspeichern (12) zugeführt werden.

Im Bremsbetrieb wird die an den im generatorschen Betrieb laufenden Maschinen (8, 9) anfallende Energie über die Leistungsübertragungspfade (6) an die Leistungselektronik Module (7) weitergeleitet. Von dort aus wird die Energie dann über den Leistungsflupfad (11) in den Zwischenspeicher (12) und/oder den Schwungmassenspeicher (5) eingespeist und zwischengespeichert. Die Steuerstrategien der Umspeicherung der Energien ist in der Steuerungselektronik (10) abgelegt.

Bezugszeichnungsliste

1	Verbrennungsmotor	
2	Sammelkanal der Verbrennungsgase	
3	Frischluftezufuhr	5
4	Turboladeranordnung	
5	als Motor oder Generator wirkende Elektromaschine mit integriertem Schwungmassenspeicher	
6	elektrische Leistungsübertragungspfade	
7	Leistungselektronik Module (LE)	10
8	Elektromaschine für den Fahrbetrieb (mit Bremsbetrieb)	
9	zweite Elektromaschine für den Fahrbetrieb (mit Bremsbetrieb)	
10	Steuerungselektronik, vorzugsweise μ -Rechner	
11	elektrische Leistungsflußpfade zwischen LE und Zwischenspeicher	15
12	elektrischer Zwischenspeicher (Akkumulator, Superkondensator, o. ä.)	
13	Informationsflußpfad von Steuerungselektronik zu LE	
14	Turbinenabtriebswelle mit Schaltelement zur Energieflußunterbrechung	20

Patentansprüche

1. Anordnung zum temporären Speichern von Energie 25
in Form von Rotationsenergie einer Schwungmasse,
vorzugsweise zur Anwendung in Hybridfahrzeugen,
dadurch gekennzeichnet, daß die Energie des Abgas-
stromes einer Verbrennungskraftmaschine eine
Schwungmasse antreibt, die gleichzeitig Rotor einer 30
elektrischen Maschine ist, deren elektrischer Energie-
fluß schaltbar mit elektrischen Energiequellen und/
oder Wandlern und/oder Verbrauchern gekoppelt ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich- 35
net, daß die elektrische Maschine jede Art Elektroma-
schine ist, die im Motorbetrieb als auch im Generator-
betrieb betreibbar ist.
3. Anordnung nach einer der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die Schwungmasse an
eine Turboladeranordnung schaltbar angekoppelt ist. 40
4. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, daß die Einleitung der elektrischen Energie in die
Schwungmasse schaltbar ist.
5. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich- 45
net, daß die Wandlung der in der Schwungmasse ge-
speicherten mechanischen Rotationsenergie in elektri-
sche Energie schaltbar erfolgt.
6. Anordnung nach einer der vorigen Ansprüche, da-
durch gekennzeichnet, daß die Quelle der in den tem-
porären Energiespeicher rückgespeisten Energie min- 50
destens ein, im Generatorbetrieb laufender, Fahrmotor
ist.
7. Anordnung nach einer der vorigen Ansprüche, da-
durch gekennzeichnet, daß die Schaltung der Energie-
flüsse von und in die Baugruppen des Systems durch 55
informationsverarbeitende Elektronik und leistungs-
elektronische Stellglieder ermöglicht wird.
8. Anordnung nach einer der vorigen Ansprüche, da-
durch gekennzeichnet, daß die Steuerstrategien der
Leistungsverschaltungen im Gesamtsystem in Kenn- 60
feldern innerhalb der informationsverarbeitende Elek-
tronik abgelegt sind.

Figur 1: Ausführungsbeispiel Hybridsystem

